

(19)

JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10106192 A**

(43) Date of publication of application: **24.04.98**

(51) Int. Cl.

G11B 21/10

(21) Application number: **08259084**

(71) Applicant: **NEC CORP**

(22) Date of filing: **30.09.96**

(72) Inventor: **SUGIMOTO YUKIMASA**

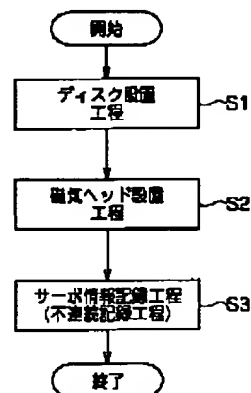
(54) **SERVO DISK, MAGNETIC DISK DEVICE USING
IT AND MANUFACTURE OF SERVO DISK**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To effectively reduce track pitch fluctuation caused by that mutual positional fluctuation between a magnetic head and a disk medium at a servo information recording time due to an asynchronous runout of a disk drive part is printed into servo information.

SOLUTION: In manufacture of a servo disk provided with a servo information recording process recording the follow controlling servo information of the magnetic head for the servo disk of a magnetic disk device provided with the servo disk drive part driving the servo disk and the magnetic head recording/reproducing the information on the servo disk, the servo information recording process is provided with a discontinuous recording process S3 alternately recording servo sector information when the servo disk turned by the servo disk drive part is rotated differently related to the adjacent sectors of the servo disk.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-106192

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月24日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

F I

G 1 1 B 21/10

G 1 1 B 21/10

E

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-259084

(22) 出願日 平成8年(1996) 9月30日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 杉本 行正

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

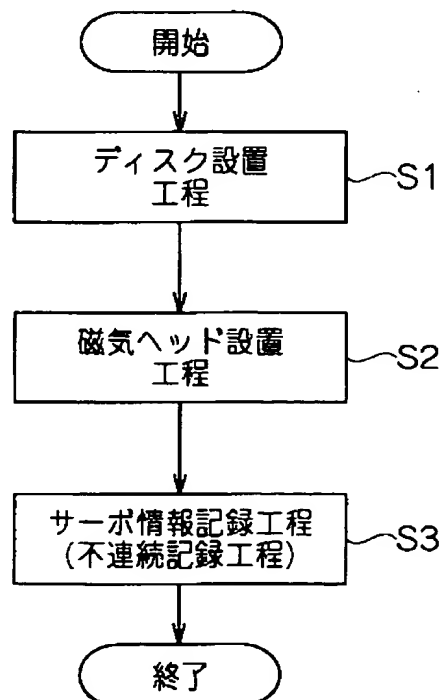
(74) 代理人 弁理士 高橋 勇

(54) 【発明の名称】 サーボディスク及びこれを用いた磁気ディスク装置並びに当該サーボディスクの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ディスク駆動部の非同期ランアウトに起因するサーボ情報記録時の磁気ヘッドとディスク媒体の相対位置変動がサーボ情報に刷り込まれる結果生じるトラックピッチ変動を有効に低減すること。

【解決手段】 サーボディスクを駆動するサーボディスク駆動部とサーボディスクに情報を記録再生する磁気ヘッドとを備えた磁気ディスク装置のサーボディスクに対して磁気ヘッドの追従制御用のサーボ情報を記録するサーボ情報記録工程を備えたサーボディスクの製造方法において、サーボ情報記録工程が、当該サーボディスクの隣り合うセクタについてサーボディスク駆動部によって回転される当該サーボディスクの異なる回転時にサーボセクタ情報を交互に記録する不連続記録工程 S 3 を備えた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気ヘッドの追従制御に用いられるサーボ情報をセクタ毎に記録したサーボディスクにおいて、前記セクタは、当該隣接するセクタについて前記サーボディスクを回動させるディスク駆動部の振動に応じて生ずるサーボ情報記録時の相対位置変動を不連続に有し、この不連続な相対位置変動を、当該サーボディスクの読み出し方向に不均一に配置したことを特徴とするサーボディスク。

【請求項2】 請求項1記載のサーボディスクと、このサーボディスクを回動させるディスク駆動部と、前記サーボディスクのディスク面に対面してデータの記録及び再生をする磁気ヘッドと、この磁気ヘッドをディスク面上の内外周に移動させる磁気ヘッド駆動部と、この磁気ヘッド駆動部の動作を前記磁気ヘッドによって前記サーボディスクから読み出されたサーボ情報に基づいて制御する制御部とを備え、

この制御部は、前記サーボディスクの相対位置変動の変動幅よりも狭い幅で前記磁気ヘッドのトラック追従動作を制御する追従制御機能を備えたことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項3】 サーボディスクを駆動するサーボディスク駆動部と前記サーボディスクに情報を記録再生する磁気ヘッドとを備えた磁気ディスク装置のサーボディスクに対して前記磁気ヘッドの追従制御用のサーボ情報を記録するサーボ情報記録工程を備えたサーボディスクの製造方法において、前記サーボ情報記録工程が、当該サーボディスクの隣り合うセクタについて前記サーボディスク駆動部によって回動される当該サーボディスクの異なる回転時に前記サーボセクタ情報を交互に記録する不連続記録工程を備えたことを特徴とするサーボディスクの製造方法。

【請求項4】 前記不連続記録工程が、サーボディスクについて1回転目に1個おきのセクタにサーボ情報を記録する第1の工程と、2回転目に残りのセクタにサーボ情報を記録する第2の工程とを備えたことを特徴とする請求項3記載のサーボディスクの製造方法。

【請求項5】 前記不連続記録工程が、サーボディスクの隣接するセクタを不連続な順序とする複数のグループに当該セクタを分割する分割工程と、このグループ毎に順次サーボ情報を書き込むグループ別記録工程とを備えたことを特徴とする請求項3記載の磁気ディスク装置の製造方法。

【請求項6】 前記分割工程が、前記各グループ内のどのセクタの順番の一部または全部が各グループ毎に異なる位置となる順序に並べ替える並べ替え工程を備えたことを特徴とする請求項5記載の磁気ディスク装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ディスク装置に係り、特にセクターサーボ方式の磁気ディスク装置に関する。さらに、本発明は、この磁気ディスク装置のサーボディスクにサーボ情報を記録する記録方法に係り、特に、サーボ情報記録時のディスク駆動部の振動を考慮した記録方法に関する。

【0002】

【従来の技術】最近の磁気ディスク装置は、セクターサーボ方式を採用している。セクターサーボ方式の磁気ディスク装置では、半径方向にくさび状に延びたサーボ情報領域（サーボセクタ）を等時間間隔で一周に30～100個有する。磁気ヘッドが読み取ったサーボセクタのサーボ情報からその磁気ヘッドの位置を検出して、磁気ヘッドをデータトラックに追従させている。

【0003】したがって位置検出の基準となるサーボ情報は高精度でディスク媒体上に記録されていなければならない。このサーボ情報は製造工程でレーザーインターフェロメータ等の高精度の位置測定器を使用した精密位置決め機構を有するサーボトラックライター（STW）と呼ばれる設備によって書込まれる。その場合磁気ディスク装置のHDA（ヘッドディスクアッセンブリー）と呼ばれるメカニカル機構部はほぼ完成品に近い状態に組み立てられており、その磁気ディスク装置自身の磁気ヘッドとスピンドルモータを使ってディスク媒体にサーボ情報が書込まれる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、サーボ情報を記録するときのスピンドルは、ディスクの評価に使用するスピンドルスタンドの様に特別に高精度なエアベアリングを使っているわけではなく、ボールベアリングを使っているのため、ディスク自身が0.2～0.3μm程度揺れている。したがってどのように磁気ヘッドを高精度で位置決めしても、その位置はサーボライター上の基準点に対する位置変位であり、ディスクの揺れには追従しないため、書込まれるサーボ情報はスピンドル/ディスク媒体の揺れの分だけふらついた軌跡の上に書き込まれる、という不都合があった。

【0005】最近の磁気ディスク装置は記録密度が急速にアップしており、トラックピッチが3μm程度に詰まってきたためサーボトラック書込み時の磁気磁気ヘッドとディスク媒体の相対位置変動が無視できなくなっている。またサーボトラックライターの磁気ヘッド位置決め機構の位置決め精度も十分とは言えないほどトラックピッチが狭くなってきている。

【0006】サーボ情報記録時の揺れは回転に非同期であったとしても、一旦書込まれるとその情報を再生し位置情報として復調すると、書込み位置の変動が記録位置の変動として刷り込まれているため、回転毎に同じ位置変動を示すことになり、回転に同期したランアウトとして見えてくる。このSTW時の非同期ランアウトは、隣

のトラックの位置情報を書くときにも存在し記録位置の軌跡は隣接トラック間で異なる揺らぎになっているのでトラックピッチの変動になり、隣接トラック間が詰まったところではリードエラーが起こりやすくなる。

【0007】以上述べたことは、IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, VOL. 32, NO. 3, MAY 1996 PP1799~1804のKok-kia Chew氏の論文“CONTROL SYSTEM CHALLENGES TO HIGH TRACK DENSITY MAGNETIC DISK STORAGE”の4章1801~1802頁にも、MR（磁気抵抗型）ヘッド（正確には読み出し用MRヘッドと書き込み用薄膜ヘッドの複合ヘッド）を使う場合を対象として記載されている。

【0008】この論文では、薄膜ヘッドとMRヘッドの磁気中心のずれが大きい場合書き込み（ライト）時と読み出し（リード）時でSTWで異なるスピンドル回転パス中に書込んだサーボ情報を使うことになり、これがライトとリードの位置ずれの原因になることを説明している。従って、STW時の非同期ランアウトの影響を減らすことが今後の高トラック密度化にとって重要な課題である。

【0009】トラックピッチ変動を改善する従来技術として、特開昭60-136070号公報ではサーボトラックライター上でサーボ信号を読み出してみて変動が小さくなるように書き直す方法が開示されているが、これは主にディスク媒体の欠陥に対する対策であり、SPMの揺れに対しては書き直しの際にも同程度の揺れが存在しているので効果が小さい。また書き込み時間が極端に増加するおそれがある。

【0010】また特開平8-55447号公報にはサーボトラックライターのクロックヘッドでディスクの揺れを検出してそれを打ち消すように書き込み位置を変化させる方法が開示されている。これはうまく実現できれば有効と思われるが技術的に難しいという難点がある。またディスクの枚数が多い場合（例えば5枚の場合）クロックヘッドで検出した揺れが、他のディスク面では量が異なるため、打ち消し誤差が大きくなるという欠点もある。

【0011】

【発明の目的】本発明は、係る従来技術の有する不都合を改善し、特に、サーボ情報記録時のスピンドルモータの非同期な振動に起因する磁気ヘッドとディスク媒体の相対位置変動がサーボ情報に刷り込まれることによって生じるトラックピッチ変動を低減することのできる磁気ディスク装置及びこの磁気ディスク装置の製造方法を提供することを、その目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明では、セクターサーボ方式の磁気ディスク装置において、そのサ

ーボセクター情報を記録する際、一周に複数個あるサーボセクターを隣接セクター間で連続して記録する代わりに、隣り合うセクターを互いに異なる回転時に記録するようにした、という構成を採っている。従来セクターサーボのパターンをサーボトラックライターで書く場合、1つの面の1つの半径位置のパターンは全セクターについて順次1回転で書いていた。その結果サーボ情報を読み出して位置信号に復調するとサーボパターン書込みの時の磁気ヘッドとディスク媒体間の回転に非同期なランアウト（相対位置変動）が位置信号の中に同期ランアウトとして再現されていた。

【0013】本発明によれば、サーボパターン書込みの際一周のサーボパターンを一回転で順に書くのをやめ隣り合うセクタを互いに異なる回転時に書くので、位置信号に復調するとサーボパターン書込み時の複数の回転の互いに異なる非周期性ランアウトが順次切替わりながら再現されることになる。書込み時の非同期ランアウトがセクター毎に分断され、異なる回転時の不連続なランアウトに切替わってゆく。ベアリングに起因する振動は転動体通過振動と呼ばれ300~800Hz程度の振動が主である。もともと300Hz~800Hzの非同期ランアウト成分が4kHz~20kHzのサンプリング周波数（セクター周期の逆数）でスイッチングされ互いに不連続な量に切替わってゆく。

【0014】通常トラック追従動作の制御帯域はサンプリング周波数の1/10以下であるのでサンプリング周波数あるいはその1/2~1/3で変動するランアウト成分には追従できず、その平均に追従することになる。その結果磁気ヘッドのトラック追従軌跡はSTW時のランアウトが平均化されたものになり、トラックピッチの変動が小さくなるという効果が得られる。

【0015】

【発明の実施の形態】次に本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は本実施形態によるサーボディスクの製造方法の概略を示すフローチャートである。図1に示すように、まず、サーボディスクの製造方法は、磁気ヘッドの組み立て後に実施される。図1に示すように、まず、磁気ヘッド位置決め用のサーボ情報を記録したサーボディスクおよび通常のデータを記録するディスクを有するディスク部を当該ディスク部を回転させるディスク駆動部に設置するディスク設置工程S1と、データの記録及び再生をする磁気ヘッドをディスク部の各ディスク面に対面して配置すると共にこの磁気ヘッドをディスク面上の内外周に移動させる磁気ヘッド駆動部に設置する磁気ヘッド設置工程S2とによって、磁気ディスク組立体を製造する。

【0016】そして、サーボ情報記録工程S3では、ステップS1及びS2において組み立てられサーボディスクを駆動するサーボディスク駆動部とサーボディスクに情報を記録再生する磁気ヘッドとを備えた磁気ディスク

装置のサーボディスクに対して、サーボ情報を記録する。そして、このサーボ情報記録工程は、当該サーボディスクの隣り合うセクタについてサーボディスク駆動部によって回転される当該サーボディスクの異なる回転時にサーボセクタ情報を交互に記録する不連続記録工程を備えている。

【0017】このように、不連続記録工程によって、サーボディスクの隣り合うセクタに対してサーボセクタ情報が互いに異なる回転時に記録されるため、ディスク駆動部の振動によるランアウトが不均一に不連続に配置され、従って、磁気ヘッドの追従位置が周期的にずれることがない。

【0018】この不連続記録工程は、例えば、サーボディスクについて1回転目に1個おきのセクタにサーボ情報を記録する第1の工程と、2回転目に残りのセクタにサーボ情報を記録する第2の工程とを備える。

【0019】この第1の工程と第2の工程とにより隣接するセクタで異なる回転時にサーボ情報を記録するため、隣接するセクタについてランアウトの位置が連続しない。通常、サーボ情報に従ったトラック追従動作は、ランアウト成分には追従できないため、ランアウトの平均に追従することとなる。このため、ランアウトの位置がセクタ毎に不連続であると、その平均値はより小さくなり、従って、トラックピッチの変動が小さくなる。

【0020】図2は本実施形態による製造方法によって製造したサーボディスクを有する磁気ディスク装置の構成を示している。磁気ディスク装置は、磁気ヘッド位置決め用のサーボ情報を記録したサーボディスク3および通常のデータを記録するディスクを有するディスク部と、このディスク部を回転させるディスク駆動部（スピンドル）2と、ディスク部の各ディスク面に対面してデータの記録及び再生をする磁気ヘッド4と、この磁気ヘッド4をディスク面上の内外周に移動させる磁気ヘッド駆動部（アクチュエータ）6と、このアクチュエータの動作を磁気ヘッド4によってサーボディスクから読み出されたサーボ情報に基づいて制御する制御部（サーボ制御回路24等）とを備えている。

【0021】さらに、この磁気ディスク装置は、磁気ヘッド4をディスク面上の内外周に移動可能にする磁気ヘッドの支持機構（キャリッジ）5と、スピンドル2を回転させるスピンドルモータ（図2には明示せず）とを備えている。

【0022】そして、制御部は、スピンドルモータを駆動するスピンドルモータ制御回路20と、磁気ヘッドで情報をディスク面に書き込むライト制御回路21と、その磁気ヘッドで情報を読み出すリードチャンネル回路22と、そのリードチャンネル回路22からサーボ情報を分離して取り出す位置情報検出回路23と、その位置情報を利用してアクチュエータ6を制御し磁気ヘッド4を所望のトラックに移動させ位置決めさせるサーボ制御回路

24と、回路群を統御し上位装置とのインターフェースを制御するインターフェース制御部25とを有している。

【0023】磁気ディスク装置としては標準的な構成であり、動作も従来と同様である。従来の磁気ディスク装置との違いはサーボパターンの書き方に有る。

【0024】サーボディスク3は、ディスク駆動部（スピンドル）2の振動によるサーボ情報記録時の相対位置変動（ランアウト）を隣接するセクタについて不連続に有し、この不連続な相対位置変動を、当該サーボディスクの読み出し方向に不均一（ランダム）に配置している。このようなランアウトの配置は、図1に示した不連続記録工程S3によって記録されたものである。

【0025】さらに、制御部は、サーボディスクの相対位置変動の変動幅よりも狭い幅で磁気ヘッドのトラック追従動作を制御する追従制御機能を備えている。通常トラック追従動作の制御帯域はサンプリング周波数の1/10以下であるので、サンプリング周波数あるいはその1/2~1/3で変動するランアウト成分には追従できず、その平均に追従することになる。すなわち、1セクタから次のセクタ上を追従するとき、このセクタ間の相対位置変動（ランアウト）の幅（ディスク半径方向の長さ）が、磁気ヘッドの追従制御の単位となる幅よりも大きいため、この相対位置変動には追従できない。

【0026】この相対位置変動に追従できないままサーボ情報に基づいてトラック追従を繰り返すことにより、磁気ヘッドのトラック追従軌跡は、サーボ情報記録時のランアウトが平均化されたものとなる。このため、本実施形態によると、ランアウトが各セクタ毎に不連続であり、かつ、その幅が不均一に生じているときに、トラックピッチの変動が小さくなるという効果が得られる。

【0027】このように、本実施形態による磁気ディスク装置は、不連続なランアウトがランダムに配置されているため、磁気ヘッドはランアウトの平均を追従し、従って、ディスク駆動部の振動によるサーボ情報記録時のランアウトの影響を少なくすることができる。

【0028】次に、本発明によるサーボディスクの製造方法の実施に直接使用する装置であるサーボトラック記録装置を説明する。図3はサーボトラック記録装置（STW、サーボトラックライタ）のブロック図である。図3において符号1は、サーボパターンを書込む対象のHDA（ヘッドディスクアッセンブリ）である。

【0029】HDA1のアルミベース上にスピンドル2が固定され、そのスピンドルにディスク3が5枚取り付けられている。このスピンドル2は図示しないスピンドルモータにより7200rpmで回転する。スピンドルモータの制御回路20は図2では省略して記載していない。各ディスク面に対し磁気ヘッド4が1本ずつあり、合計10本の磁気ヘッドがキャリッジ5に支持されている。キャリッジ5はアクチュエータ6によって駆動さ

れ、ピボットの周りで30度程度回転できる。アクチュエータ6はVCM（ボイスコイルモータ）と呼ばれるタイプであり、固定磁石と可動コイルとから構成されている。

【0030】このHDA1は、サーボパターンを書くときサーボトラック記録装置の除振台上に固定されている。磁気ヘッド4の位置を検出するため、キャリッジ5のアーム上にレーザー測長器用のミラー7が取り付けられる。図3ではHDAの内部を示すためカバーを省略して図示しているが、実際には、HDAにはカバーが付けられており、ミラー7はカバーのスリットを通してアームと連結されミラー部はHDAの外にある。

【0031】サーボパターンの書込みの基準のクロック信号を作るためクロックヘッド8がHDAカバーの穴を通して挿入される。レーザー測長器9は、レーザー光源10からのレーザー光を用いてインターフェロメータ11とミラー7の距離の変化を検出する。この位置情報を基にヘッド位置制御回路12がアクチュエータ6を制御する。クロックヘッド8にはクロック書込み読み出し回路13が接続され、その先にタイミング生成回路14がある。

【0032】タイミング生成回路はサーボパターン書込みに先立ちます基準となるクロック信号を作るため、クロックが1回転当たり所定の数になるようにクロックヘッド8でクロック情報を書込む。このとき一周の起点を示すパターンもクロック情報内に埋め込む。サーボパターンの書込みの際はクロックヘッド8から得るクロック信号を基にタイミング生成回路14がクロック信号とディスクの一周の起点を示すインデックス信号を生成する。

【0033】サーボパターン書込み回路15がタイミング生成回路14の情報とヘッド位置制御回路の位置情報とに基づいてサーボパターンを書込む。本発明はサーボパターン書込み回路15がサーボパターンを書込む際のサーボセクター単位の書込み順序を従来とは異なる順序にすることに特徴がある。1つのサーボセクターの中の構成に対応した細かい書込みシーケンスは従来と同じである。

【0034】この実施形態では一周64セクターである。図4にサーボセクターの配置を示す。1回転に1セクターづつ合計64回転で書くのがサーボトラック記録時の非同期ランアウトの影響を軽減する上では一番よいと考えられるが、それでは時間がかかり過ぎるので、この実施形態では、1個置きにサーボセクターを書き2回転で一周分を書き上げる。

【0035】磁気ヘッドが10本有る場合、1本ずつ書くと磁気ヘッドが1本の場合の10倍の時間がかかる。サーボパターンを書くときはR/WLSI（例えばSSI社の32R1561R）のバンクライト機能により5本ずつ同時に書込むことができるので、通常のサーボパターンの書き方では1回転目で5本（バンク0）を書

き、2回転目で残りの5本（バンク1）を書く。この制御を図5のタイムチャート中に従来の書き方によるバンク切り換え信号として本発明の制御と対比して示した。

【0036】本実施形態では図4においてセクター0をバンク0の磁気ヘッドで書くと次のセクター1はバンク1の磁気ヘッドで書き、その次のセクター2をまたバンク0の磁気ヘッドで書くというように交互に書いてゆく。2回転目は逆にセクター0をバンク1の磁気ヘッドで書き、次のセクター1はバンク0の磁気ヘッドで書く。このようにして2回転でその半径位置において書くべきサーボパターンを10個の磁気ヘッドすべてに対し1周のすべてのサーボセクター位置に書込むことができる。

【0037】この場合書込み時間も従来と変らない。この制御シーケンスを図5に示す。ただし、（一）ライトゲート信号は実際には一つのサーボセクターの中で希望のパターンを書き上げるため細かく開閉することがあるが、ここでは、そのような細かな制御は本発明の核心とは関係ないのでサーボセクターの位置でLレベルにして書込み動作を行うことを概略示すに留める。

【0038】セクター毎に刷り込まれたランアウト量がセクター毎に不連続に変化するのでトラック追従動作で平均化され、トラックピッチ変動を小さくすることができる。図6はその効果を示す図である。1回転目のNRRO（ノンリピータブルランアウト）と2回転目のNRROは非周期性ランアウトなので図5に示すように異なっている。

【0039】本実施形態では1回転目のNRROの下で書いたセクターと2回転目のNRROの下で書いたセクターが交互に並んでいるので、それを位置情報として読み出してみると隣同士が不連続なステップ変化を示す。トラック追従特性は、ステップ変化に追従できないため、その平均に近い動きとなり、ランアウトが低減される。

【0040】更に本発明の効果を高めるため、上述した実施形態で述べた書込み方法で書いたサーボ情報を位置情報として直接使う代りに、位置と速度と外力の推定を行う状態推定器で推定した位置をトラック追従動作に使用してもよい。状態推定器は現代制御理論の主要な成果でありオブザーバとかエスティメータとも呼ばれている。制御対象のデジタルモデルをつくり、リアルタイムで位置と速度と外力のシミュレーションを行い、実測位置情報と推定位置を比較してその間の誤差をシミュレーションにフィードバックするようにしたものである。状態推定器のフィルター効果も働くのでランアウトの平均化がより滑らかに実現できる。

【0041】次に第2の実施形態を述べる。上記の実施形態では2回転で全体を書き上げたので2回転のNRROの平均に追従することになる。この場合NRROの成分にランダム成分が多ければ平均化された結果が平坦に

なり易いが、特定の周波数成分が大きい場合、例えば380Hz成分が支配的な場合には、7200rpmの1回転後、すなわち $t = 1/120 = 8.33\text{ms}$ 後の380Hzは $\sin(2\pi \times 380/120) = \sin(\pi/3)$ なので位相が60度ずれるだけであり、平均化しても $\sqrt{3}/2 = 0.87$ 、すなわち-13%しか小さくならない。

【0042】7200rpmと380Hzに限定して言えば1回転で60度位相がずれるので1個おきに書いた後2回転休んで3回転目に残りを書く様にすれば位相が180度ずれるので読み出した位置情報が交互に逆位相であるためよく打ち消されトラックピッチ変動の低減効果を大きくできる。

【0043】ランダム成分と特定周波数成分が混ざりあった一般の場合を考えると、2回転でなく3回転や4回転で一周のサーボセクターを書き上げるようにする方がランダム度(不均一さ)が増し、磁気ヘッドの追従軌跡は平坦になりやすいと考えられる。

【0044】そこで第2の実施形態は3回転以上の複数回転で一周を書き上げる例である。この第2の実施形態では、サーボディスクの隣接するセクタを不連続な順序とする複数のグループ(例えば、3グループ)に当該セクタを分割する分割工程と、このグループ毎に順次サーボ情報を書き込むグループ別記録工程とを備えている。

【0045】3回転で書く場合は、1回転目でセクターの0, 3, 6, 9, ---を書き、2回転目でセクター1, 4, 7, 10, ---を書き、3回転目でセクター2, 5, 8, 11, ---を書くようにするのが一つの方法となる。しかし、これではセクター順に何回転目を書くかを表示したとき1, 2, 3, 1, 2, 3, 1, 2, 3, ---となり周期性が生じ易いおそれがある。このため、何回転目を書くかという順番をこの例では(1, 2, 3)、(1, 3, 2)、(3, 1, 2)、(3, 2, 1)、(2, 3, 1)、(2, 1, 3)、(以後これまでの繰り返し)---のように順列組み合わせで変えて行く。

【0046】次に、4回転で一周の全セクターを書き上げ例を説明する。この例では、分割工程が、各グループ内でのセクタの順番の一部または全部が各グループ毎に異なる位置となる順序に並べ替える並べ替え工程を備えている。セクター順に書込む回転周期を1, 2, 3, 4, 1, 2, 3, 4, ---のように単純に繰り返してもよいが、ここでは、第2の実施形態と同様な考え方でセクター番号順に4を単位として1つの組としたとき、並べ替え工程により、その中に同じ回転周期中に書くセクターがないように、また隣の組の隣接セクターとも同じ回転周期中に書かれないようにしながら順番を変えている。この例ではセクター順に何回転目を書くかを挙げると(1, 2, 3, 4)、(1, 2, 4, 3)、(1, 3, 2, 4)、(1, 4, 2, 3)、---のようにな

る。

【0047】図6に実施形態2と3について64セクターを全体を何回転目に書くかを示した。

【0048】以上説明したように各実施形態によれば、サーボパターン書込み時に記録された複数の回転の非同期ランアウト分が不連続に切替わってゆくためトラック追従サーボはそのステップ状の変化には十分追従できず磁気ヘッドの位置はそれらの平均に追従することになる。その結果同期ランアウトの変動幅が小さくなり、隣接トラック間のトラックピッチ変動が小さくなる。しかもスピンドルモータやサーボトラックライターの精度は従来のままでもよく、書込み順序を工夫するだけなので容易に実現できる。このように、第1の効果はトラック間の干渉が減りリードマージンが向上することである。第2の効果はよりトラック密度を向上させられることである。

【0049】

【発明の効果】本発明は以上のように構成され機能するので、これによると、請求項1にかかる発明では、サーボディスクを回転させるディスク駆動部の振動に応じて生ずるサーボ情報記録時の相対位置変動を隣接するセクタについて不連続に有するため、当該相対位置変動が周期的な位置ズレの要素となることが少なく、さらに、この不連続な相対位置変動を、当該サーボディスクの読み出し方向に不均一に配置したため、このサーボ情報によって磁気ヘッドを追従制御する際には、不均一な順序で生ずる相対位置変動の平均位置で追従することとなり、このため、ディスク駆動部の振動によって生ずる位置変動の影響を小さくすることができる。このように、磁気ヘッドの追従位置が周期的にずれることのない従来にない優れたサーボディスクを提供することができる。

【0050】さらに、請求項2にかかる発明では、制御部が、サーボディスクの相対位置変動の変動幅よりも狭い幅で磁気ヘッドのトラック追従動作を制御するため、セクタから次のセクタ上を追従するときに、このセクタ間の相対位置変動(ランアウト)の幅(ディスク半径方向の長さ)が、磁気ヘッドの追従制御の単位となる幅よりも大きくなり、このため、相対位置変動に追従することができず、そして、この相対位置変動に追従できないままサーボ情報に基づいてトラック追従を繰り返すことにより、磁気ヘッドのトラック追従軌跡は、サーボ情報記録時のランアウトが平均化されたものとなり、さらに、ランアウトが各セクタ毎に不連続であり、かつ、その幅が不均一に生じているため、トラックピッチの変動を従来と比較して大幅に少なくすることができ、このため、ディスク駆動部の振動に由来する追従位置の不安定要素を取り除くことができ、従って、より高密度の従来にない優れた磁気ディスク装置を提供することができる。

【0051】請求項3にかかる発明では、不連続記録工

11

程が、サーボディスクの隣り合うセクタについてサーボディスク駆動部によって回転される当該サーボディスクの異なる回転時にサーボセクタ情報を交互に記録するため、サーボディスクを回転させるディスク駆動部の振動に応じて生ずるサーボ情報記録時の相対位置変動を隣接するセクタについて不連続に有するサーボディスクを製造することができる従来にない優れた製造方法を提供することができる。

【0052】このように、本発明によると、ディスク駆動部の振動による非同期な相対位置変動（ランアウト）に起因するサーボ情報記録時の磁気ヘッドとディスク媒体の相対位置変動がサーボ情報に刷り込まれ、この結果生じるトラックピッチの変動を有効に低減することのできる従来にない優れたサーボディスク及びこれを用いた磁気ディスク装置並びに当該サーボディスクの製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一本実施形態によるサーボディスクの製造方法を示す概略フローチャートである。

【図2】本実施形態による磁気ディスク装置の構成を示す説明図である。

【図3】本実施形態によるサーボトラック記録装置の構成を示す説明図である。

【図4】図3に示したサーボトラック記録装置により図2に示した磁気ディスク装置に対して図1に示した製造方法によりサーボトラックを記録する例を示す図であり、図4（A）はセクタの配置例を示す図で、図4（B）はサーボバーストの一例を示す図である。

【図5】図1に示した製造方法によるサーボ情報の記録

12

タイミングを示すタイムチャートである。

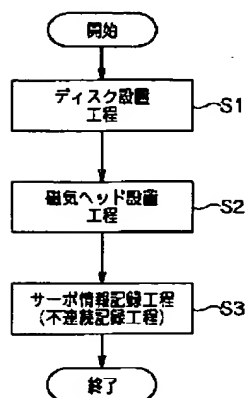
【図6】図1に示す製造方法により製造した図2に示す磁気ディスク装置の磁気ヘッドのトラック追従位置の例を示す説明図である。

【図7】第2実施例でのサーボセクタと書き込み回転周期の対応関係を示す説明図である。

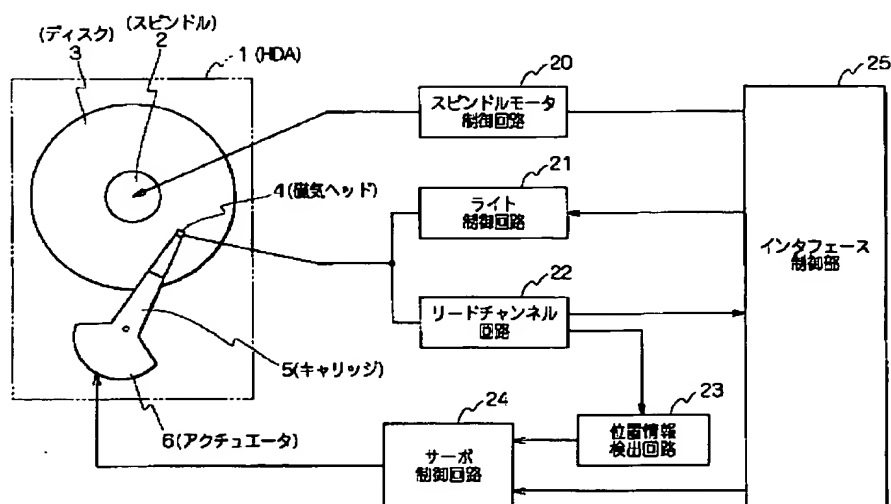
【符号の説明】

- 1 HDA
- 2 スピンドル（ディスク駆動部）
- 3 ディスク（サーボディスク）
- 4 磁気ヘッド
- 5 キャリッジ
- 6 アクチュエータ（磁気ヘッド駆動部）
- 7 ミラー
- 8 クロックヘッド
- 9 レーザ測長器
- 10 レーザ光源
- 11 インターフェロメータ
- 12 ヘッド位置制御回路
- 13 クロック書き込み／読み出し回路
- 14 タイミング生成回路
- 15 サーボパターン書き込み回路
- 20 スピンドルモータ制御回路
- 21 ライト制御回路
- 22 リードチャンネル回路
- 23 位置情報検出回路
- 24 サーボ制御回路
- 25 インターフェース制御部

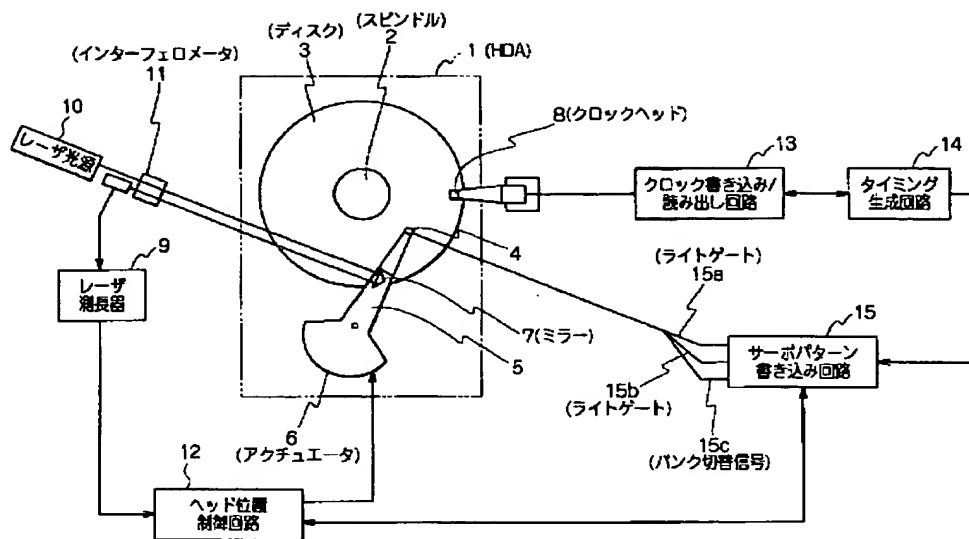
【図1】



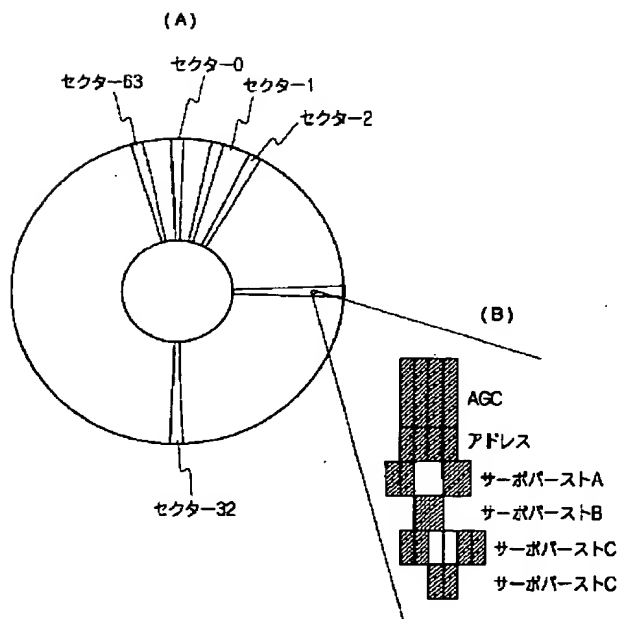
【図2】



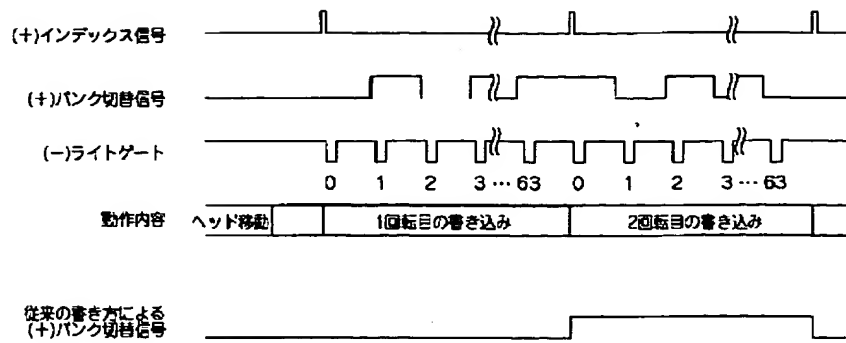
【図3】



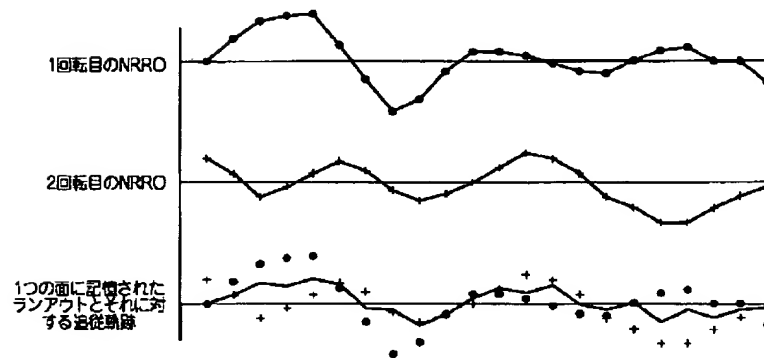
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

| セクタ番号 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| 3回転書き込みの場合の書き込みタイミング | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| 4回転書き込みの場合の書き込みタイミング | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 4 | 2 | 3 | 1 | 4 | 3 | 2 |

| セクタ番号 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 3回転書き込みの場合の書き込みタイミング | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| 4回転書き込みの場合の書き込みタイミング | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 2 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 4 | 3 |

| セクタ番号 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 3回転書き込みの場合の書き込みタイミング | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| 4回転書き込みの場合の書き込みタイミング | 2 | 4 | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 1 | 4 |

| セクタ番号 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 3回転書き込みの場合の書き込みタイミング | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 4回転書き込みの場合の書き込みタイミング | 3 | 1 | 4 | 2 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 4 |